

**XIX Міжнародна науково-технічна конференція „ПРИЛАДОБУДУВАННЯ:
стан і перспективи”, 13–14 травня 2020 р., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна**

$$v = v_0 - \frac{v^*}{\chi} \ln \frac{R}{R-r},$$

де v_0 – осьова швидкість;

χ – коефіцієнт, що визначається дослідним шляхом;

v^* – динамічна швидкість.

В доповіді також представлено результати аналізу формул Альштуль А. Д., Саламі Л. А. та базисних функцій для симетричних потоків [5 – 8].

Ключові слова: витратометрія, моделі потоків, моделювання потоків.

Література

- [1] І. В. Коробко, та Я. В. Волинська, “Оцінка асиметрії потоку рідини при вимірюванні її витрати та кількості”, *Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування*. № 45, с 91-98, 2013.
- [2] Ivan Korobko, and Anna Pysarets, “Flow transducers metrological performances optimization with flow bodies at flow asymmetry conditions”, *Вісник Київського політехнічного інституту. Серія Приладобудування*, Вип. 57(1), с. 56-61, 2019.
doi:10.20535/1970.57(1).2019.172024
- [3] С. М. Горлин, *Экспериментальная аеромеханика. Учебное пособие для вузов*. Москва, СССР: Высшая школа. 1970.
- [4] Л. Г. Лойцянский, *Механика жидкости и газа. Учеб. для вузов*. Москва, Россия: Дрофа, 2003.
- [5] И. Е. Идельчик, *Справочное пособие по гидравлическим сопротивлениям*. Москва, СССР: Машиностроение, 1975.
- [6] E. Mandard, D. Kouame, R. Battault, J-P. Remenieras, and F. Patat, “Transit Time Ultrasonic Flowmeter: Velocity Profile Estimation”, *IEEE Ultrasonics Symposium*, 2005, pp. 763-766.
- [7] P. I. Moore, G. J. Brown, and B. P. Stimpson, “Ultrasonic transit-time flowmeters modelled with theoretical velocity profiles: methodology”, *Meas. Sci. Technol.* №11, pp.1802–1811, 2000.
- [8] L. A. Salami, “Application of a computer to asymmetric flow measurements in circular pipes”, *Trans. InstMC*, № 6. Pp. 197 – 206, 1984.

УДК 621.121

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ АСИМЕТРІЇ ПОТОКУ НА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ВИТРАТИ

Коробко І. В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: i.korobko@kpi.ua

Актуальною на сьогодні є проблема високоточних вимірювань витрати та кількості рідин і газів, включаючи всі її аспекти від розроблення і досліджень вимірювальних перетворювачів витрати (ВПВ) до побудови вузлів обліку в конкретних умовах експлуатації. Одними з ВПВ, що використовуються для обліку рідинно-газо-фазних потоків за різних режимів їх протікання, є

гідродинамічні (ГД) ВПВ [1, 2]. Принцип дії ГД ВПВ базується на залежності переміщення або коливання чутливого елементу (ЧЕ), який розміщено у плинному середовищі, від величини гідродинамічного натиску потоку [1-3].

Гідродинамічним ВПВ притаманні ряд переваг перед іншими приладами: високі точність, надійність та швидкодія (мала інерційність), широкий діапазон вимірювання, конструктивна простота, зручність обслуговування, незалежність показань від статичного тиску у технологічній мережі, висока повторюваність результатів вимірювання.

Для створення ефективних ГД ВПВ з високими метрологічними характеристиками необхідно провести їх оптимізацію шляхом вибору значень параметрів конструкцій, створенням вимірювального каналу і ЧЕ з раціональними обтічними формами, при мінімізації втрати енергії потоку і максимальній чутливості, не ускладнюючи при цьому технологію їх виготовлення, зменшення чутливості ВПВ до неоднорідності профілю потоку на вході та перехідної зони між ламінарним і турбулентним режимами [4].

Дослідження ГД ВПВ здійснювалися трьома шляхами: а) побудова математичної моделі їх роботи і на її базі визначення цільової функції, проектних параметрів та їх граничних умов і проведення оптимізаційних розрахунків [4, 5].; б) оцінювання метрологічних характеристик і підтвердження отриманих результатів оптимізації шляхом віртуального моделювання із застосуванням CFD-технологій в скінченно-елементному програмному комплексі ANSYS [3, 5, 6]; в) напівнатурні випробування і оцінювання адекватності розробленої математичної моделі та результатів віртуального моделювання.

Оцінювання взаємодії плинного неоднорідного потоку і ЧЕ різної просторової конфігурації та його вплив на паспортні характеристики приладу проводилися з перетворювачами, ЧЕ яких мають обтічні поверхні різної гаусової кривизни: нульової (циліндр), додатньої (конус) та від'ємної (порожниста напівсфера) [3]. Для вказаних моделей проведено чисельне моделювання з визначенням похибок вимірювання залежно від кута їх просторової орієнтації на технологічній мережі та відстані від місцевого гідравлічного опору.

В доповіді розглянуті результати проведених досліджень ГД ВПВ за різного його локального розміщення після гідравлічних опорів: конфузор, дифузор, раптові розширення та звуження, просте та просторове коліно.

Криві похибок по протяжності вимірюваного каналу мають однаковий характер і однозначно характеризують залежність точності вимірювань від гідродинамічної картини потоку. Це надає змогу приймати правильне рішення що до локального просторового розміщення приладу на технологічній мережі, з метою забезпечення високої точності вимірювання витрати.

За результатами метрологічних досліджень впливає, що перетворювачі з обтічними тілами у формі конусу менш чутливі до асиметрії потоку, ніж схема, з ЧЕ, який має тіла обтікання у формі диску та порожнистої напівсфери.

Отримані результати тестування шляхом математичного та чисельного моделювань поряд із стендовими випробуваннями вказують на високий рівень відповідності теоретичних та експериментальних досліджень, визначають місця доцільного локального розміщення приладів в технологічній мережі. Ця теза окреслює надзвичайно важливе для практики усвідомлення доцільності застосування перетворювачів в єдино слушних, з точки зору точності вимірювання, локальних місцях технологічної мережі, без огляду на вимоги в паспорті на прилад, які вимагають необхідні протяжності прямих ділянок трубопроводів до і після приладу.

Ключові слова: витрата, гідродинамічні перетворювачі, моделі потоків.

Література

- [1] І. В. Коробко, “Визначення коливальної маси чутливого елементу вимірювального перетворювача витрат гідродинамічного типу”, *Праці ТДАА*, Вип. 4, Т. 22, с. 87–93, 2003.
- [2] І. В. Коробко, “Оцінка ефективності вимірювальних перетворювачів витрати рідин і газів”, *Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування*, Вип. 44, с. 111- 117, 2012.
- [3] І. В. Коробко, А. В. Писарець, і А. М. Рак, “Оцінювання метрологічних характеристик витратомірів обтікання та факторів впливу на них”, *Метрологія та прилади*, с. 27-34, 2019.
- [4] І. В. Коробко, “Оптимізація вимірювальних перетворювачів витрати рідини гідродинамічного типу”, *Вісн. НТУУ «КПІ». Серія приладобудування*, Вип. 46, с. 91–96, 2013.
- [5] I. V. Korobko, I. A. Gryshanova, “Research on developing propeller flowmeters with increased accuracy”, *Proceedings of HT/FED’04 2004 ASME Heat Transfer/Fluids Engineering Summer Conference*, July 11- 15, 2004, Charlotte, North Carolina, USA.